

## 해설



# 건자재로서의 질석과 진주암의 관계

## 고 상 모

한국지질자원연구원 지질기반정보연구부

화산기원에서 형성된 질석(vermiculite)과 진주암(perlite)은 고온에서 팽창 시킨 후 경량골재원료로서 건축용으로 사용되거나, 산업용 및 농업용에 활용되는 공통점을 가지고 있다. 또한 두 광물 모두 비독성이며, 거의 중성에 가깝고, 저렴한 특성을 가진다. 진주암은 비정질 알루미늄 규산염광물로서 세계적으로 다수의 광상들이 분포하지만, 질석은 결정질 마그네슘-알루미늄 규산염광물로서 광상 수는 다소 제한되어 있다.

질석과 진주암은 서로 다른 시장을 가지고 있지만, 활용 측면에서는 서로 경쟁되고 있는 추세이다. 특히 건축용과 원예용에서는 경쟁이 심화되고 있다. 두 광물은 활용에 있어서 각각 단점과 장점을 가지고 있다. 진주암 생산사들은 진주암이 원예용으로 활용되는 경우에 박리가 잘 일어나지 않기 때문에 오래 지속되고, 더욱더 중성을 띠며, 수경재배에 보다 우수한 기능을 가지고 있다고 주장하며 이는 어느 정도 사실로 인정되고 있다.

두 광물은 특정분야에서는 가장 큰 차이를 가지고 있는데, 예로서 내화보드의 경우에는 질석이 훨씬 우수한 성능 때문에 진주암은 경쟁되지 않는다. 천정타일에 활용되는 경우에는 진주암이 습식 혼화물로 사용될 때 질석처럼 수분을 흡착하지 않아 건조비가 적게 드는 장점을 가지고 있다.

활용적인 측면에서는 가격이 가장 중요한 요인이다. 남 아프리카 질석의 원광 가격은 로테르담 본선인도가격이 160~260 US\$이며, 미국공장인도가격(ex-US plant)은 입도에 따라 다소 차이가 있지만 130~200 US\$이다. 미국에서는 공장인도조건(ex-works)으로 진주암의 가격은 톤당 36 US\$이나 팽창 진주암인 경우는 이보다 훨씬 고가이다. 공장인도조건으로 여과용 팽창 진주암은 210~410 US\$ 정도이나, 팽창 경량골재용은 320~380 US\$에 달한다. 궁극적으로 이 두 광물의 팽창율은 다소 논란이 있지만 활용성, 시장 및 가격 등 전반적인 요인이 우수하여야 경쟁력을 가질 것이다. 일반적으로 질석은 년 약 2% 감소 될 것으로 전망되며, 건축용을 포함한 새로운 용도로의 개발에 치중하고 있다. 반면, 진주암은 지속적인 성장이 예측되어 그 전망은 다소 밝은 편이다.

## 질 석

### 활용현황

질석은 800°~1,110℃의 고온에서 가열케 되면 팽창이 초래되어 아코디언(accordian)과 같은 결정 형태를 보이며, 높은 내화성, 단열성, 액체흡착력과 화학적 불활성을 띠고 저밀도를 가지

게 된다. 따라서 주 활용도는 건축용(경량골재 및 내열재), 농업용(원예용 및 토양개량제) 및 산업용(여과제 및 자동차 브레이크 패드용 등)이다. 미국에서 2003년 사용된 팡창 질석은 약 95,000톤으로서 약 26%가 경량골재용, 32%가 토양개량제, 원예용이 16%, 단열재와 비료분산제가 약 10%, 기타 16%를 차지한다(Potter, 2004).

건축용으로 사용되는 팡창 질석은 흡음마감재(acoustic finishes), 기경성결합제(air setting binder), 단열보드(insulation board), 방화재(fire protection), 단열 콘크리트(insulation concrete), 회반죽 플라스틱(gypsum plaster), 방음재(sound deadening compounds) 용 등이다. 팡창 질석은 경량 프라스터나 콘크리트에 활용될 경우 우수한 단열성을 제공하게 된다.

높은 방화성이나 흡음성이 요구되는 특이한 플라스틱의 경우는 석고와 포틀랜드 시멘트와 같은 결합제로 혼합된 질석이 효율적으로 활용된다. 발수용혼합제(water repellent)로 처리된 팡창 질석은 흡음성, 방화성 및 단열성을 높이기 위해 벽돌 축조 시 공극을 메우는데 매우 효과적으로 사용된다.

### 생산현황

질석의 2003년 세계 총 생산량은 약 480,000톤으로서 주 생산국은 남아프리카공화국(46%), 미국(21%), 중국(10%)이며 러시아, 브라질 및 짐바브웨가 5%정도 차지하고 있다 (Potter, 2004). 국내에서의 질석 생산은 2000년전까지는 충남 고덕광산에서 소량 생산하고 있으나 최근 생산은 거의 전무한 실정이다.

IM 2004년 8월호에 소개된 세계 주요 생산국들의 질석 생산현황은 다음과 같다.

### 남아프리카 공화국

남아프리카 팔라보라(Palabora) 광업사는 10년 이상 동안 세계 총 사용량의 35%에 해당되는 질석을 공급하며 세계시장을 주도하여 왔다. 이 회사 제품은 5등급인 마이크론(micron), 슈퍼파인(superfine), 파인(fine), 메디움(medium) 및 코스(coarse) 질석을 생산하는데, 슈퍼파인은 약 25%, 파인 약 25%, 마이크론 23%, 메디움 19% 및 코스가 약 4%를 차지한다. 질석 원광은 건식선별과정에 의해 생산하여 유럽에 약 35%, 북미 약 45% 및 극동지역 약 17%를 수출하였다. 2002년 190,000톤 판매량이 2003년에는 174,000톤으로서 약 8% 감소되었다. 질석의 생산량 역시 2002년 224,000톤에서 2003년 207,000톤으로 감소되었다. 이는 낮은 경제활동, 높은 해상화물비와 중국의 증가된 경쟁에 기인된 결과로 보고 있다. 특히 란드화(남아프리카 화폐단위)의 강세가 경쟁력을 약화시키고 있으며, 남아프리카 광물 수출사들의 최대 관심이 되고 있다.

### 미국

미국의 질석 생산량은 2000년 150,000톤에서 2003년 100,000톤으로 급감하였다. 미국은 전통적으로 질석의 가장 큰 소비국이지만 두 개의 질석 정광 생산사인 그레이스(Grace)사와 버지니아 버미큘라이트사(Virginia Vermiculite Ltd.)가 있다. 메릴랜드에 위치한 그레이스사는 수개의 광산을 운영하고 있으며, 버지니아 버미큘라이트사는 2개 광산을 운영한다. 양 회사에 의해 생산되는 질석은 경량화로 전환을 위해 10개 주에 있는 18개 팡창회사로 선적된다.

미국의 2003년 수입량은 48,000톤으로서 남미 약 68%, 중국 약 30.5%로서, 2002년에 비해 약 25.5% 감소되었다. 수출은 2003년 약

19,000 톤으로서 2002년 10,000톤에 비해 다소 증가하였다.

미국은 1923년부터 1990년 몬타나 립비(Libby)시에 위치한 립비 질석광산 가행 동안 질석과 수반되는 섬유상 각섬석 즉 석면으로 인한 석면침착증(asbestosis)으로 광산인부와 거주자들이 사망하였다고 보고 된 이후 질석 광산의 개발은 위축되었다. 2001년 그레이스사는 석면과 관련된 수백 건의 소송에 직면하여 파산하게 되었다. 2004년 그레이스사는 재생산을 시작 하였으나 석면과 관련된 정화비 지불에 많은 부담이 되고 있으며, 최근에는 미국 환경청(EPA)에 의해 계속 조사되고 있다.

### 중국

한동안 중국의 생산사들은 남아프리카와 미국에 비해 약 40%까지의 값싼 가격으로 시장증가가 계속되었다. 중국은 2003년 100,000 톤 생산하여 그 중 약 80%를 수출하였으며, 2004년 생산량은 150,000 톤에 달할 것으로 예측하고 있다. 중국은 신장성과 화북성에 총 질석 매장량의 90%가 부존되어 있다. 신장성에 위치한 중국에서 가장 큰 생산사인 신용(Xinlong)광업사는 연간 약 70,000 톤의 질석을 생산한다. 이 회사에서 운영하는 Yuli 광산은 세계에서 가장 큰 광산으로 매장량은 1억 톤으로 알려져 있다. 화북성에 있는 광산에서는 년 간 약 18,000톤의 질석을 생산한다. 금속, 광물 및 기타 생산물을 취급하는 화북금속광물수출입회사(Hebei Metals and Minerals Import and Export Corp.)는 두 종류의 질석을 생산한다. 하나는 은백색 질석이며 이는 5~13%의 철 산화물을 함유하고 있으며, 건축용에 이용된다. 다른 하나는 황색 질석으로서 16~22%의 철 산화물을 함유하며 농업용이나 원예용으로 활용된다. 이 회사에서 제조된 상위의 질석들은 일본, 한국

및 북미로 수출하고 있다.

중국 질석의 가장 큰 매력은 가격에 있다. 저렴한 생산비와 철도 운송비 및 풍부한 자원을 보유하고 있는 장점이 있기 때문에 최근 높은 화물운송비에도 불구하고 비교적 유리하게 가격을 조정할 수 있었다. 최근 남아프리카 질석 원광은 미국인도가격이 \$200~240/s.ton이며, 중국 질석 원광이 \$180~220/s.ton이다. 중국의 질석은 남아프리카와 미국의 질석보다 낮은 박리(exfoliation)율을 가지는 것으로 알려져 있다. 이것이 필연적으로 저질의 제품을 만들게 하지는 않지만, 다른 화학적 성질은 원예용으로 활용하는 경우에는 제품의 질에 영향을 미칠 것이다.

중국 질석은 약 20년 이상 수출 역사를 가지고 있지만, 최근 더욱 산업화된 방법이 생산과정에 적용되어 투자가 이루어지고 있다. 미국에서는 중국 질석이 최근 3년 동안 품질이 매우 향상되었다고 말한다.

### 캐나다

미국 질석 소비의 감소와 중국의 공격적 경쟁을 발표한 통계가 새로운 질석 개발을 억제할 정도는 아니다. 엄청난 성장은 아니지만 새로운 대량 투자가 산업에 확신을 주고 있다. 캐나다에서는 레지스 리소시스(Regis Resources)사에 의해 캐나다에서는 유일한 질석 광산이 2004년 6월부터 생산되기 시작하였고, 년 간 25,000 톤 생산능력을 가지고 있다. 이 회사는 슈퍼파인(super fine)과 마이크론(micron)과 같은 미립의 등급을 생산한다. 생산품은 거의 북미 시장에 공급되며, 미국 그레이스사와 버지니아 질석사와 경쟁하게 될 것이다. 캐나다 생산사는 미국과 같이 석면 문제를 가지고 있지 않으며 담백석의 질석을 생산한다고 말하고 있다.

북미버미큐라이트사(North American

vermiculite Inc.)는 미국의 질석 광산 개발에 참여 하였고, 우간다에 공장을 운영하여 2004년 12,000~15,000 톤 생산 계획에 있다. 또 다른 캐나다 회사인 헤드만리소시스(Hedman Resources)사 역시 합작투자에 참여하여 14,000톤의 질석을 생산할 계획에 있다.

### 기타 생산국

짐바브웨에서는 프랑스 아이메리스사(Imerys)가 삼렉(Samrec) 질석 회사를 운영하고 있으며, 2001년 년 간 40,000 톤 생산 능력을 가지면서 팽창하였다. 아이메리스사는 호주 질석 생산사인 프티사(Pty Ltd.)에 2.5백만 불을 투자하면서 세계적 위치를 강화하였다.

브라질에서는 4개 회사가 약 40,000 톤을 안정되게 생산하고 있다. 브라질 미네리오스(Minerios) 사는 브라질에서 정광 생산량의 45%를 차지하고 팽창 질석은 60% 이상의 시장 점유율을 가지고 있다. 브라질에서는 농업용 질석의 수요가 증가 될 것으로 예측되어, 미네로이스사는 2007년 40,000 톤 생산에 달할 것으로 기대하고 있다.

## 진주암

### 활용현황

진주암은 보통 800°~1,100° C로 가열하게 되면 10배에서 20배까지 부피 팽창이 일어나 경량화가 초래됨으로써 저밀도를 나타내고 흡수성, 화학적 불활성, 공극률 및 내화성이 매우 커지게 되어 다양한 용도로 활용된다.

주 활용도는 건축용(경량골재, 천정재, 피복재, 단열재 등), 충전제(페인트 및 고무), 보온보습용(보냉 충전제 및 보드), 여과조제 및 원예용 등 다양하게 이용되고 있다. 미국의 경우는

건축용 단열보드와 경량 콘크리트 등의 건자재 용이 약 62%를 차지하고 있으며, 이는 모두 팽창 진주암이 사용된다(Potter, 2004). 2003년 미국의 진주암 원광 사용량은 701,000 톤이다. 우리나라 팽창진주암의 주 생산업체인 경동 세라텍(주)에서는 건축용 약 40%, 조경농원예용 약 20%, 산업용(보온단열재 및 보냉충진제) 약 40%이며 2003년 총 생산량은 약 50,000톤 정도이다.

가장 전망 있는 진주암 시장은 원예용이다. 최근 생산사들은 식물 성장에 요구되는 물 양과 비료 양을 줄이는 수경재배용 백(bag) 제조를 위한 진주암의 활용에 박차를 가하고 있다. 유럽에서 수경재배가 특히 인기가 많으며, 네덜란드에서는 수경재배용 시장이 놀라울 정도로 크다.

이스라엘이나 스페인과 같은 건조한 지역에서는 100% 미립의 진주암이 대규모 조경 사업으로의 활용이 계속해서 증가되고 있다.

보냉단열재와 같은 저온 분야에서의 활용도 또한 급속히 성장하고 있다.

### 생산현황

진주암의 2003년 세계 총 생산량은 1,600,000 톤이며, 미국(32%), 그리스(23%), 일본(16%), 헝가리(11%), 터키(9%) 등에서 주로 생산된다. 국내에서의 최근 생산은 거의 전무한 실정이다. 우리나라 1999년 진주암 원광 수입량은 80,271 톤으로서 일본(73%)과 중국(24%)에서 거의 수입되었고, 팽창 진주암은 1,544 톤이 일본(55%)과 미국(45%)에서 거의 수입 되었다(자원총람, 2000).

### 주요 생산사

그리스의 S&B 사는 최근 증가하는 시장성 장으로부터 가장 많은 이익을 추구한 회사이다.

이 회사는 진주암 원광 기준으로 년 간 650,000 톤 생산 하였으며 세계 시장을 지배하고 있다.

이 회사의 가장 중심이 되는 광상은 그리이스 마일로스(Milos)섬에서 발견 되었다. 부가적으로 이태리에서도 연간 120,000 톤 규모의 생산 능력을 갖추고 있으며, 터키에서는 진주암 광업사의 98%를 소유하고 있다.

이 회사 소유 광상들은 전략적으로 지중해에 위치하여 유럽에서 뿐만 아니라 미국에서도 S&B사가 주요한 위치를 유지하게 하여준다. 미국은 2002년 이 회사로부터 240,000 톤 이상 수입하였다.

중국은 주요 성장 시장으로서 이 회사에서는 중국 하남성에 위치한 중국에서 가장 큰 광업사 중 하나인 XAMCO사 지분 25%를 소유하고 있다. 현재 이 회사는 극동 지역 소비량의 약 10%를 공급하고 있으며 나머지 90%는 중국 회사들에 의해 공급되고 있다.

이 회사는 북미 시장을 잠식함으로써 미국의 진주암 원광 생산 50%를 차지하고 있는 미국의 주요 2개 회사인 그레프코 미네럴(Grefco Minerals)사와 월드미네럴(World Minerals)사에 타격을 가하였다.

USGS 통계자료에 의하면 미국은 2002년 521,000톤이 판매되어 2001년 대비 11.4% 감소되었으며 2003년까지 4년 연속하여 감소되었다.

미국의 자국 생산사들에 의해 판매되고 사용된 팽창 진주암은 2002년 672,000톤에서 2003년 664,000톤으로 다소 감소되었다. 수입이 다소 증가됨으로써 많은 미국 자국 생산사들은 실질적으로 충격을 받았다. 2003년 아이다호에 기반을 둔 그레프코사는 광산에서의 생산량을 감소하였다. 내수를 위해 미립의 등급을 생산하는 공장들도 활기가 없다.

월드미네럴사는 년 간 약 300,000 톤 진주암

을 생산하여 장기 계약에 의해 그의 자회사인 하르보라이트(Harbolite)사를 통해 공급하고 있다. 하르보라이트사는 6개 주에 6개의 공장을 가동하고 있으며, 여과조제 생산 공장을 영국에서 스페인으로 이전하였으며 이는 유럽시장의 점유율을 올리기 위함이다.

모든 미국 회사들이 그리이스로부터 수입이 증가되기 때문에 시장 지분을 잃은 것은 아니다. 어떤 미국 회사들은 여과조제 시장을 개척하기도 하였다.

미립 팽창 진주암은 물에 함유되는 고체 불순물을 제거하거나 맥주나 와인을 정제하는 여과물 질로 광범위하게 이용된다.

진주암은 규조토나 석류석과 같은 여과물질보다 싸며, 불순물과 반응하지 않는 화학적 불활성을 가지고 있는 장점도 있다.

오레곤에 기반을 둔 코너스톤인더스트리얼(Cornerstone Industrial)사는 미국, 캐나다 및 환태평양 지역의 원예용, 천정타일, 산업 단열용 및 마이크로스페어 시장에 진주암 원광을 75% 공급하고 있다. 금년에는 72,000 톤 생산을 기대하고 있으며, 년 간 90,000 톤 생산능력을 갖추고 있다.

2001년 이래 퍼라이트 캐나다(Perlite Canada)사는 라메크(Lameque)에 공장을 가동하였다.

## 전자재용 질석과 진주암의 전망

질석의 새로운 개발이 계속되는 주요한 이유 중의 하나가 질석의 활용이 원예용과 농업용으로 지속적으로 이용되며, 단열충진재, 초경량골재와 같은 건축용으로 활용이 증가되고 있기 때문이다.

유럽에서는 빌딩보드, 프라스터 등 단열제품과 같은 건축용으로서의 질석 활용이 반 이상을 차

지하고 있다. 많은 유럽 국가들이 취약한 경제에도 불구하고 질석 판매는 강하게 지속되고 있다.

미국에서의 질석 시장은 석면과의 연관성 때문에 질석 협회의 강한 활동에도 불구하고 위축되고 있으며, 2002년에는 소비량이 140,000톤에 불과하였다.

미국에서의 질석 시장은 계속 불변하면서 지속되거나 심지어 침체가 예상되기 때문에 생산사와 수입사들은 전통적인 경량 적용분야외의 새로운 시장을 찾고 있다.

질석 생산사들은 성장이 가능한 새로운 시장을 계속해서 찾고 있으며, 이는 내화피복용(fire proofing), 오염조절제(pollution control), 단열용(insulation), 또는 석면을 대체하여 사용 가능한 마찰적용용(friction application), 액체분산제(liquid dispersion), 발파산업용(explosive industry) 및 운반제(carrier) 등이다. 질석의 건전재로서의 활용 다양성을 추구하기 위해서는 진주암과의 경쟁에서 우위를 차지하여야 하며, 이를 위하여 많은 연구가 필요 할 것이다.

질석의 생산사들이 새로운 시장을 찾고 있을 때, 진주암 산업은 꾸준히 지속적인 성장세를 유지하고 있었다.

세계 진주암 시장은 1990년 1.7백만 톤 이었으나 2002년에는 2.7백만 톤으로서 꾸준히 성장하고 있다. 이는 셀룰로오스와 혼화되어 사용되는 단열보드나 천정타일과 같은 건축용에서 진주암의 소비가 증가되는 데 기인된 이유이다. 천정타일의 경우는 팽창 진주암을 75% 이상 함유하여야 한다. 2002년 USGS(미국지질조사소) 자료에 의하면 단열보드나 천정타일과 같은 형틀제품(formed product)들은 총 미국 판매량의 60%를 차지 할 정도이다.

벽보드(wallboard) 단열의 한 부분으로서 이음혼합제(joint compound)로 사용되는 초경량 충전제인 마이크로스페어(microsphere)는 미

국에서는 전망 있는 시장분야이다. 현재 6개 미국회사가 이를 생산하고 있다. 이와 유사하게 유럽에서도 건축분야가 진주암의 가장 큰 시장이다. 미국과는 대조적으로 주로 천정 타일로 사용되며, 프라스티나 콘크리트에서 초경량골재로서도 사용되고 있다.

북 유럽에서는 건축시장이 독일과 같은 주요 국가의 침체가 이후 성장하였다. 스페인, 이태리 및 그리이스와 같은 남 유럽에서는 건축시장이 GDP를 앞질러 성장하였다.

## 참고문헌

- 한국자원연구소 (2000) 자원총람. p. 564.
- Bolen, W. P. (2004) Perlite. In: Minerals Yearbook(USGS).  
Industrial Minerals (2004. Aug.)
- Potter, M. J. (2004) Vermiculite. In: Minerals Yearbook(USGS).
- USGS (2003) Vermiculite. In: Mineral Commodity Summaries.
- USGS (2003) Perlite. In: Mineral Commodity Summaries.
- Van Gosen, B. S., Lowers, H. A., Bush, A.L., Meeker, G. P., Plumlee, G. S., Brownfield, I. K., and Sutley, S. J. (2002) Reconnaissance study of the geology of U.S. vermiculite deposits -Are asbestos minerals in common constituents? U.S.Geological Survey Bullutin No. 2192. p. 8.